



## ARRIBAZONES ESTIVALES EN PUERTO MADRYN, ARGENTINA, COMO MATERIALES PARA LA OBTENCIÓN DE COMPOST<sup>1</sup>

MARÍA CECILIA EYRAS<sup>2</sup> y EUGENIA A. SAR<sup>3</sup>

**Summary:** Summer seaweed wracks in Puerto Madryn, Argentina, as compost material. As the seaweed wrack interferes with recreational uses of beaches in Puerto Madryn (Chubut, Argentina), the town administration harvests this algal biomass during the summer. The aim of this study was to characterize a typical summer seaweed wrack from a quali-quantitative floristic and chemical viewpoint, to assess the quality of this material for compost elaboration. *Undaria pinnatifida* and *Codium vermilara* were the dominant species in the wrack (52,1% and 27,5% total dry biomass, respectively). The algal biomass is a promising material for composting due to its nutritional content (N and P), its C:N ratio (>20) and its abundance of mucilage producers taxa that improves physical and chemical soil properties. Sand content was high (70%). Systematic harvesting and composting of seaweed wrack provides an environmentally sound alternative to land disposal, obtaining a product of agricultural value and controlling the dispersal of the invasive macroalgae *U. pinnatifida* by reducing the load of fertile sporophytes on beaches.

**Key Words:** seaweed, wrack, beach-cast macroalgae, compost, *Undaria pinnatifida*.

**Resumen:** Sobre las playas de Puerto Madryn (Chubut, Argentina), se deposita una considerable biomasa de macroalgas, que la Municipalidad local recolecta durante los meses de verano para permitir las actividades recreativas. El objetivo del trabajo fue caracterizar una arribazón estival desde el punto de vista florístico cuali-cuantitativo y químico, a fin de evaluar su calidad como materia prima para ser transformada en compost. *Undaria pinnatifida* y *Codium vermilara* fueron las especies predominantes en la arribazón (52,1% y 27,5% de la biomasa seca total respectivamente). La biomasa algal resultó un material promisorio para la obtención de compost en términos de su concentración de elementos químicos con valor fertilizante (N y P); de su relación C:N (>20) y de la abundancia de taxones productores de mucilagos que pueden mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos. El contenido en material inerte (arena), fue muy alto (70%). La recolección sistemática y compostaje de arribazones permitirán dar una disposición ambientalmente sana a ese residuo orgánico, obtener productos de interés agronómico y controlar la población de la especie invasora *U. pinnatifida* al evitar que sus esporofilos fértiles se reincorporen al mar.

**Palabras clave:** algas marinas, arribazones, macroalgas depositadas en la playa, compost, *Undaria pinnatifida*.

### INTRODUCCIÓN

En Bahía Nueva (Noreste del Chubut), se produce anualmente una considerable biomasa de macroalgas que el mar deposita sobre las playas de Puerto Madryn ("arribazones") o que permanece flotando y se descompone en el mar. Durante los meses de verano, la Municipalidad local recolecta alrededor de 8.000 toneladas de algas de arribazón para permitir las actividades recreativas estivales en la playa. Actualmente

esta biomasa se desecha en la meseta patagónica sin ningún tratamiento, generando olores desagradables, proliferación de insectos y salinización de los suelos, lo que resulta en la alteración de la vegetación natural y el paisaje periurbano. La perspectiva de aprovechamiento de las arribazones para obtener productos de interés agronómico es doblemente interesante si consideramos que permitiría dar una adecuada utilización a este residuo orgánico.

Durante siglos, los agricultores han utilizado las algas marinas como abono. El uso agrícola más frecuente ha sido la aplicación foliar de extractos comerciales cuyos nutrientes, hormonas y polisacáridos actúan como compuestos fitoactivos sobre las plantas cultivadas (Abetz, 1980; Jolivet *et al.*, 1991). También han sido incorporadas a los suelos en estado fresco (Eyras & Rostagno, 1995; Montero Vilariño *et al.*, 1999), como harinas (Mehta *et al.*, 1967),

<sup>1</sup>Dedicado al Prof. Dr. Sebastián A. Guarrera en ocasión de su 90° aniversario.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Boulevard Almirante Brown 3700, 9120 Puerto Madryn, Chubut.

<sup>3</sup>CONICET. Departamento Científico Ficología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Buenos Aires.

o como acondicionadores de suelos (Leach *et al.*, 1999), ejerciendo efectos variables sobre los cultivos.

La biomasa algal es frecuentemente recolectada con el fin de remover nutrientes y materia orgánica de las aguas costeras, y en ese caso puede ser utilizada para la obtención de compost<sup>4</sup> (Morand & Briand, 1996). Experiencias de compostaje han sido realizadas con algas verdes, con algas pardas, con mezclas de verdes, pardas y rojas, o con sus residuos industriales (Morand *et al.*, 1990; Mazé *et al.*, 1993; Vallini *et al.*, 1993; Cuomo *et al.*, 1995; Szmidi, 1997; Eyra *et al.*, 1998; Klock-Moore, 2000; Orquín *et al.*, 2001; Eyra, 2002).

Las algas marinas, como materia prima para la obtención de compost, se diferencian de otros materiales orgánicos por su composición química, que varía con las especies, localidades y disponibilidad de nutrientes (Lobban & Harrison, 1994). La diferente proporción en que los taxones conforman la mezcla de cada arribazón, determina entonces variaciones en la composición nutricional de la biomasa algal. Esta composición inicial determina a su vez la concentración final de nutrientes en el compost y su valor agronómico. Un aspecto relevante a considerar acerca de los materiales crudos de arribazón para someterlos a compostaje, es su relación C:N porque los microorganismos que realizan ese proceso dependen de la proporción en que se encuentren ambos elementos para su crecimiento y actividad. Rynk (1992) recomienda que la mezcla de materiales a compostar tenga una relación C:N inicial superior a 20:1 y un rango de 25:1 a 30:1, como valores óptimos, para obtener buenos resultados durante el proceso de compostaje. La producción de polisacáridos mucilaginosos de algunas especies de algas, también incide en este proceso, ya que estos compuestos ocupan los espacios porosos y generan condiciones anaeróbicas indeseables. Sin embargo, la presencia de los mucílagos en el compost puede resultar interesante desde el punto de vista agronómico porque contribuyen a mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos (Blunden, 1991; Eyra, 2002).

En Puerto Madryn, las arribazones han sido un fenómeno común, generalmente asociado con tormentas, vientos fuertes (principalmente de dirección N y NE) o mar de fondo. La información recopilada desde 1930, permitió señalar a *Codium vermilara* como la especie dominante en las arribazones de

Puerto Madryn durante unos 50 años. En los relevamientos florísticos realizados entre 1992 y 1996 se identificó a *Ulva* como el género más representativo en las arribazones, por lo cual en esa época se especulaba con una progresiva evolución de las praderas de macroalgas hacia el fenómeno de "marea verde", relacionado con un incremento en el aporte de nutrientes provenientes de los efluentes vertidos a Bahía Nueva (Piriz *et al.*, 2003). En 1992, la introducción accidental en Golfo Nuevo de *Undaria pinnatifida* y su posterior adaptación a las condiciones ambientales de esta localidad, posibilitó el progresivo aumento de su densidad poblacional (Casas & Piriz, 1996). A partir de 1996 se hace evidente un cambio en la composición florística estival de las arribazones en términos de biomasa seca, apareciendo *U. pinnatifida* como dominante y *Codium vermilara* como codominante, tendencia esta que se mantiene hasta la actualidad (Piriz *et al.*, 2003; Eyra, obs. pers.).

El objetivo de este trabajo está centrado en la caracterización de una arribazón estival desde el punto de vista florístico cuali-cuantitativo y químico, a fin de obtener información básica sobre la calidad de este material inicial con potencialidad para ser transformado mediante bioconversión aeróbica en compost. Esta calidad se evalúa en términos de: la concentración de los principales elementos químicos con valor fertilizante (N y P); la relación C:N, la abundancia de taxones productores de mucílagos y el contenido de material inerte (arena).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material sobre el que se realizó este trabajo fue recolectado el 16 de enero de 1998, fecha en que la Municipalidad de Puerto Madryn (42° 46' S, 65° 03' W) retiró con palas mecánicas una de las frecuentes arribazones acumuladas en las playas de la ciudad.

Para el análisis florístico cuali-cuantitativo de la arribazón recolectada se tomaron al azar, sobre una extensión de 50 m de playa, 30 muestras de 250 a 300 g en peso húmedo, determinado en el campo con balanza de uso doméstico. Las muestras se trasladaron al laboratorio y se colocaron en cámara de frío (-20° C) para su posterior procesamiento. Una vez descongeladas, las muestras se apoyaron sobre tamices de 2 mm de malla los que fueron sumergidos en bandejas con agua de mar. En estas condiciones, las muestras se revolvieron con suavidad, se dejaron

<sup>4</sup> Producto obtenido por biodegradación aeróbica de la materia orgánica mediante un proceso controlado de descomposición denominado "compostaje" (Rynk, 1992).

en reposo y se escurrieron sobre el tamiz a fin de remover, decantar y separar la arena.

A fin de determinar la cantidad de muestras a procesar se utilizó una adaptación de la metodología de área mínima de muestreo en el estudio de comunidades bentónicas (Alveal & Romo, 1995). Para aplicar este método se procedió de la siguiente manera: en una primera muestra de 295 g (Fig. 1A), se identificaron los taxones algales presentes con los que se construyó un listado florístico. A continuación se analizó una segunda muestra de 291 g con idéntico procedimiento, pero se incluyeron en la lista anterior sólo las nuevas especies halladas. Luego se tomaron sucesivamente tantas muestras como fuera necesario para incrementar el peso de las dos primeras en 2, 4 y 8 veces, y en cada caso se consideraron solamente los nuevos taxones encontrados. La cantidad de nuevas especies halladas en cada muestra fue graficada en la Figura 1B, en la que se puede ver que no hay incremento en el número de especies a partir del análisis de 1089 g de muestra en peso húmedo. Se analizaron entonces 16 muestras de las 30 recolectadas, que representaron una biomasa húmeda total de 4638 g. Sobre esta biomasa total se realizó la determinación cuantitativa de las algas que formaban esta arribazón. Para ello se separaron las especies más abundantes (biomasa seca >2% de la biomasa seca total) y las restantes fueron agrupadas según pertenecieran a los tres grandes grupos de macroalgas (Divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta). Un grupo adicional llamado "resto" se formó con la fracción de material constituida por fragmentos de talos

muy roturados, indeterminables. En cada caso se determinó el peso húmedo y seco en estufa (a 60 °C hasta peso constante), y se calcularon los porcentajes de biomasa seca y de arena.

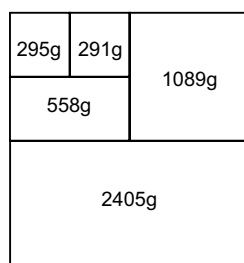
Para analizar la composición química de las algas, se tomaron muestras de la mezcla de especies de la arribazón y de las especies más abundantes. Las algas frescas fueron sucesivamente lavadas con agua de red, secadas en estufa a 60 °C hasta peso constante, molidas y tamizadas, utilizándose para su análisis 50 g de la fracción menor de 1 mm. En todas las muestras se determinó el carbono orgánico (C orgánico) por el método de Walkley-Black (Nelson & Sommers, 1982), el nitrógeno total (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN) por el método Kjeldahl (Bremner & Mulvaney, 1982) y el fósforo total (P) por digestión húmeda y determinación colorimétrica por el método Murphy & Riley (1962).

## RESULTADOS

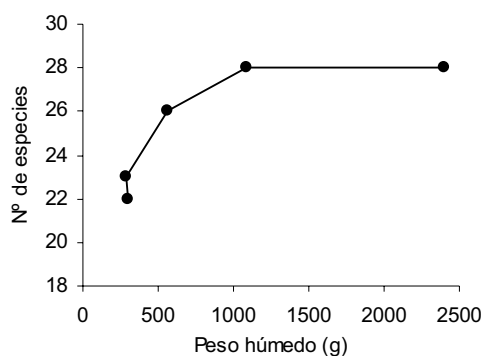
### *Composición florística de la arribazón*

Los ejemplares fueron identificados a nivel de especie, género o familia (Tabla 1), dependiendo del estado de conservación o de si se hallaban fértiles o estériles. Por ejemplo, el material identificado como Familia Rhodymeniaceae, presentaba rasgos morfológicos característicos de dos géneros *Rhodymenia* y *Epymenia*, pero carecía de órganos reproductivos que son imprescindibles para hacer la determinación a nivel genérico y específico.

**A**



**B**



**Fig. 1.** Tamaño de muestra de la arribazón en estudio. **A:** Modelo empleado para determinar el tamaño de muestra a utilizar. **B:** Gráfico construido para determinar el peso húmedo mínimo de muestra en función del número de nuevas especies identificadas.

Tabla 1. Composición florística de la arribazón.

RHODOPHYTA	CHLOROPHYTA
<i>Anotrichium furcellatum</i> (J. Agardh)	<i>Chaetomorpha linum</i> (Müller) Kützting
Baldock	<i>Cladophora</i> sp.
<i>Antithamnion</i> sp.	<i>Codium decorticatum</i> (Woodward) Howe
<i>Aphanocladia robusta</i> Pujals	<i>Codium vermilara</i> (Olivi) Delle Chiaje
<i>Callithamnion</i> sp.	<i>Enteromorpha</i> spp.
<i>Ceramium rubrum</i> (Hudson) C. Agardh	<i>Ulva</i> spp.
<i>Ceramium</i> sp.	PHAEOPHYTA
<i>Gracilaria gracilis</i> (Stackhouse) Steentoft,	<i>Cladostephus</i> sp.
L. Irvine et Farnham	<i>Cutleria multifida</i> (Turner) Greville
<i>Lomentaria clavellosa</i> (Turner) Gaillon	<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux
<i>Polysiphonia argentinica</i> Taylor	<i>Ectocarpus</i> sp.
Corallinaceae	<i>Halopteris</i> sp.
Rhodymeniaceae	<i>Leathesia difformis</i> (Linnaeus) Areschoug
	<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbie) Link
	<i>Sphacelaria</i> sp.
	<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar

La biomasa de algas (Tabla 2), representó el 30% del peso seco total del material colectado, mientras que el 70% restante correspondió a la arena recogida con palas mecánicas durante las tareas de limpieza de la playa. A partir de la biomasa húmeda de cada uno de los taxones identificados y del "resto", se obtuvo en promedio un 14% de biomasa seca, correspondiendo el mayor aporte a la División Phaeophyta.

*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar fue la especie más abundante en la arribazón (52,1% de la biomasa seca total), y sus talos presentaron esporofilos con soros de esporangios. La especie codominante fue *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje (27,5%), mientras que los talos de macroalgas muy roturados, aportaron el 12,1% de la biomasa.

Esta fracción es variable según el tiempo de desprendimiento y la cantidad de veces que la masa de macroalgas haya sido batida por las mareas una vez depositadas.

*Ulva* spp. y *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux representaron respectivamente el 2,8% y el 2,1% de la biomasa seca total. Entre los restantes taxa de la División Phaeophyta (1,2% de la biomasa seca), los más representativos fueron *Sphacelaria* sp. y *Cladostephus* sp. Si bien el mayor número de especies correspondió a la División Rhodophyta, estos materiales representaron solo el 2,1% de la biomasa seca total. Por último, macroalgas de la División Chlorophyta identificadas como *Cladophora* sp., *Chaetomorpha* sp. y *Enteromorpha* spp.,

Tabla 2. Determinación cuantitativa de las algas de la arribazón bajo estudio. Peso húmedo total (PH), peso seco total (PS) y porcentaje de biomasa seca (BS) de las especies más abundantes, de las agrupadas en verdes, pardas y rojas, y del grupo adicional llamado "resto".

	Biomasa total	<i>Ulva</i> spp.	<i>Undaria pinnatifida</i>	<i>Codium vermilara</i>	<i>Dictyota dichotoma</i>	Div. Phaeophyta	Div. Rhodophyta	Div. Chlorophyta	Resto	Arena
PH (g)	4638	106	1875	1876	70	35	81	9	587	
PS (g)	560	15	292	154	12	7	12	1	67	1195
BS (%)		15	16	8	17	19	14	11	11	

**Tabla 3.** Composición química de las macroalgas de la arribazón. C: carbono orgánico; TKN: nitrógeno total (Total Kjeldahl Nitrogen); P: fósforo total y C:N: relación carbono-nitrógeno.

Elemento	C (g kg <sup>-1</sup> )	TKN (g kg <sup>-1</sup> )	P (g kg <sup>-1</sup> )	C:N
<i>Ulva</i> spp.	430	18,6	1,1	23,1
<i>Codium vermilara</i>	291	13,5	1,33	21,6
<i>Dictyota dichotoma</i>	265	17,1	1,2	18,6
<i>Undaria pinnatifida</i>	399	21,5	6,33	18,6
Mezcla	318	15,5	1,28	20,5

hicieron un aporte del 0.2 % a la biomasa total de la arribazón bajo análisis.

#### Composición química

De los principales nutrientes contenidos en especímenes de los taxones más representativos y en la mezcla de algas de la arribazón estudiada, *U. pinnatifida* es la que tiene mayor contenido de N y P (Tabla 3). En cuanto a la relación C:N inicial, los materiales mejor equilibrados para el compostaje (C:N>20) fueron *Ulva* spp. (23,1), *C. vermilara* (21,6), y la mezcla de algas de la arribazón (20,5), mientras que en *U. pinnatifida* (18,6) y *D. dichotoma* (18,6) los valores fueron menores que los recomendados (>20).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Todas las macroalgas identificadas en la arribazón en estudio, habían sido previamente reconocidas en materiales provenientes de otras arribazones ocurridas en Puerto Madryn en distintas estaciones del año (Piriz *et al.*, 2003), y citadas como componentes de praderas naturales de macroalgas (ver Boraso de Zaixso & Quartino, 1993).

En la literatura hay evidencias de que el interés agronómico de los productos elaborados a partir de macroalgas, radica en la concentración de nutrientes y en el contenido de hormonas y polisacáridos que actúan como compuestos fitoactivos sobre las plantas cultivadas. Esta fitoactividad ha sido demostrada principalmente en extractos comerciales obtenidos de algas pardas, en especial del O. Laminariales (Abetz, 1980; Jolivet *et al.*, 1991). Si bien los compuestos fitoactivos pueden ser aportados por varios de los taxones identificados en la arribazón en

estudio, *U. pinnatifida* es la especie que juega el rol más significativo de todas las que componen la biomasa algal de la arribazón bajo estudio, por su abundancia en términos de biomasa seca, concentración de N y P en el talo, y producción de alginatos.

Si bien, entre los materiales iniciales que se utilizan en compostaje, no se han establecido niveles mínimos admisibles de nutrientes, el contenido de N y P de los ejemplares locales de *U. pinnatifida*, está dentro del rango determinado para el estiércol de granja (N:17-78 g kg<sup>-1</sup> y P: 3-23 g kg<sup>-1</sup> National Research Council, 1996), material tomado como referencia por su apropiada concentración inicial de nutrientes.

En cuanto al aporte de compuestos mucilaginosos, los esporofitos de *U. pinnatifida*, al quedar expuestos sobre la playa, liberan alginatos que generan ulteriormente condiciones anaeróbicas indeseables en la masa sujeta a compostaje. Para superar este problema, el material requiere de sistemas de aireación que aseguren la circulación y disponibilidad de aire, principalmente durante las primeras fases del proceso. En el compost final, los mucílagos son compuestos altamente deseables como mejoradores de la agregación del suelo y en consecuencia del aumento de su retención hídrica (Eyra, 2002).

Como los valores de la relación C:N de *U. pinnatifida* fueron menores que los recomendados, esta especie requiere de sustratos lignocelulósicos que adicionen C suplementario para las actividades metabólicas de las bacterias y hongos involucrados en su descomposición (Rynk, 1992). A pesar de que la mayoría de las macroalgas de la arribazón resultaron materiales equilibrados en términos de C:N, la introducción de sustratos lignocelulósicos es igualmente necesaria porque el hábito laminar de muchas especies también tiende a generar condiciones anaeróbicas.

El alto porcentaje de arena que se extrae de la playa al momento de la recolección de la arribazón con pala mecánica, genera dos inconvenientes que es deseable evitar. La remoción de arena provoca cambios en el perfil de equilibrio topográfico costero (Morand & Briand, 1996), consideración que deberá ser tomada en cuenta a la hora de seleccionar los mecanismos de recolección de las arribazones particularmente si éstas se hicieran de un modo sistemático. El otro inconveniente es la incorporación de la arena recolectada al compost porque no solo baja su calidad nutricional al disminuir la proporción relativa de materia orgánica, sino que al ser un material inerte y pesado, también reduce su valor agronómico. Si tenemos en cuenta que *U. pinnatifida* es la especie más promisoría de la arribazón para obtener productos de uso agrícola, la recolección manual y posterior enjuague en agua de mar de los esporofitos de esta especie permitirán disminuir la remoción de arena y obtener un compost monoespecífico de buena calidad.

Finalmente, las macroalgas que conformaron la mezcla de la arribazón en estudio se presentan como una materia prima apta para ser transformada mediante compostaje en un producto orgánico de uso agrícola. Concurrentemente la recolección sistemática de grandes volúmenes de macroalgas, será beneficiosa para remover parte de los nutrientes que están en exceso en el mar por el vertido de efluentes cloacales y de industrias pesqueras, tal como se hace en otros lugares del mundo (Schramm, 1991). En el caso particular de *U. pinnatifida* la recolección contribuirá, complementariamente, al control poblacional de esta especie invasora al evitar que los esporofitos fértiles se reincorporen al mar y originen la generación microscópica alternante (gametofitos).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Lic. María Luz Piriz por su valiosa ayuda en las determinaciones taxonómicas, al Dr. Miguel Pascual por su colaboración en la traducción del resumen y al Centro Nacional Patagónico (CONICET) por el apoyo institucional brindado.

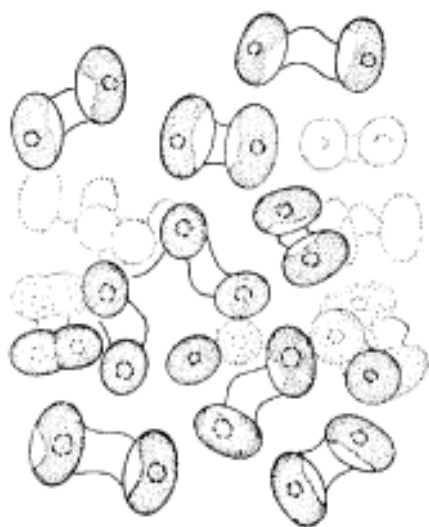
## BIBLIOGRAFÍA

ABETZ, P. 1980. Seaweed extracts: Have they a place in Australian agriculture or horticulture?. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.* 46: 23-28.

- ALVEAL, K. & H. ROMO. 1995. Estudios Zonacionales. In: ALVEAL, K., M. E. FERRARIO, E. C. OLIVEIRA & E. SAR (eds.). *Manual de Métodos Ficológicos*, pp. 611-641. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- BLUNDEN, G. 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. In: GUIRY, M. D. & G. BLUNDEN (eds.). *Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential*, pp. 65-81. John Wiley & Sons, Chichester.
- BORASO DE ZAIXSO, A. L. & M. L. QUARTINO. 1993. Estudios sobre algas marinas bentónicas en Argentina. *Naturalia Patagónica* 1: 35-57.
- BREMNER, J. M. & C. S. MULVANEY. 1982. Nitrogen-total. In: PAGE, A., R. H. MILLER & D. KEENEY (eds.). *Methods of Soil Analysis*, pp. 595-624. Part 2. 2<sup>nd</sup> ed. Series Agronomy 9. ASA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- CASAS, G. N. & M. L. PIRIZ. 1996. Surveys of *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyta) in Golfo Nuevo, Argentina. *Hidrobiología* 326/327: 213-215.
- CUOMO, V., A. PERRETTI, I. PALOMBA, A. VERDE & A. CUOMO. 1995. Utilisation of *Ulva rigida* biomass in the Venice Lagoon (Italy): biotransformation in compost. *J. Appl. Phycol.* 7: 479-485.
- EYRAS, M. C. 2002. Tratamiento agroecológico de las algas marinas de arribazón en Puerto Madryn (Chubut). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata.
- EYRAS, M. C. & C. M. ROSTAGNO. 1995. Bioconversión de algas marinas de arribazón: experiencias en Puerto Madryn, Chubut, Argentina. *Naturalia Patagónica* 3: 25-39.
- EYRAS, M. C., C. M. ROSTAGNO & G. E. DEFOSSÉ. 1998. Biological evaluation of seaweed composting. *Compost Sci. Util.* 6: 74-81.
- JOLIVET, E., I. LANGLAIS-JEANNIN & J. F. MOROT GAUDRY. 1991. Les extraits d'algues marines: propriétés phytoactives et intérêt agronomique. *Annee Biol.* 109-126.
- KLOCK-MOORE, K. A. 2000. Comparison of *Salvia* growth in seaweed compost and biosolids compost. *Compost Sci. Util.* 8: 24-28.
- LEACH, W. R., B. A. PLUNKETT & G. BLUNDEN. 1999. Reduction of nitrate leaching from soil treated with an *Ascophyllum nodosum* based soil conditioning agent. *J. Appl. Phycol.* 11: 593-594.
- LOBBAN, C. S. & P. J. HARRISON. 1994. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge University Press, Cambridge.
- MAZÉ, J., P. MORAND & P. POTOKY. 1993. Stabilisation of "green tides" *Ulva* by a method of composting with a view to pollution limitation. *J. Appl. Phycol.* 5: 183-190.
- MEHTA, V. C., B. S. TRIVEDI, K. K. BOKIL & M. R. NARAYANA. 1967. Seaweeds as manure: I. Studies on nitrification. In: KRISHNAMUTHY V. (ed.). *Proceedings Seminar on Sea, Salt and Plants*, pp. 357-365. Bhavnagar, India.
- MONTERO VILARIÑO, M. J., P. MARCET MIRAMONTES, M. L. ANDRADE COUCE & J. ESTEVEZ SIO. 1999. Influencia de la adición de diversas especies de algas sobre algunas propiedades químicas de un suelo ácido y el crecimiento de *Hordeum vulgare* L. *Ciencia del Suelo* 17: 28-38.

- MORAND, P. & X. BRIAND. 1996. Excessive growth of macroalgae: a symptom of environmental disturbance. *Bot. Mar.* 39: 491-516.
- MORAND, P., R. H. CHARLIER & J. MAZÉ. 1990. European bioconversion projects and realizations for macroalgal biomass: Saint-Cast-Le-Guildo (France) experiment. *Hydrobiologia* 204/205: 301-308.
- MURPHY, J. & J. P. RILEY. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 27: 31-36.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1996. Use of reclaimed water and sludge in food crop production. National Academy Press, Washington D.C.
- NELSON, D. W. & L. E. SOMMERS. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: PAGE, A., R. H. MILLER & D. KEENEY (eds.). *Methods of Soil Analysis*, pp. 539-579. Part 2. 2<sup>nd</sup> ed. Series Agronomy 9. ASA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- ORQUÍN, R., M. ABAD, P. NOGUERA, R. PUCHADES, A. MAQUIEIRA, V. NOGUERA & F. DE LA IGLESIA. 2001. Composting of Mediterranean seagrass and seaweed residues with yard waste for horticultural purposes. *Acta Hort.* 549: 29-35.
- PIRIZ, M. L., M. C. EYRAS & C. M. ROSTAGNO. 2003. Changes in biomass and botanical composition of beach-coast seaweeds in a disturbed coastal area from Argentine Patagonia. *J. Appl. Phycol.* 15: 67-74.
- RYNK, R. (ed.) 1992. On-farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service-54. Ithaca, New York.
- SCHRAMM, W. 1991. Seaweed for waste water treatment and recycling of nutrients. In: GUIRY, M.D. & G. BLUNDEN (eds). *Seaweed Resources in Europe: Uses and Potencial*, pp. 149-168. John Wiley & Sons, Chichester.
- SZMIDT, R.A.K. 1997. Composting processing residuals of seaweed (*Ascophyllum nodosum*). *Compost Sci. Util.* 5: 78-86.
- VALLINI, G., A. PERA, F. CECCHI, M. M. VALDRIGHI & M. A. SICURANI. 1993. Compost stabilization of algal biomass drawn in eutrophic lagoon ecosystems. *Compost Sci. Util.* 1: 49-53.

Recibido el 04 de Marzo de 2003, aceptado el 30 de Abril de 2003.



*Labocystis dichotoma* var. *minor* Guarrera

